

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

15. 7. 2004

REC'D 02 SEP 2004

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 3 年   7 月 1 7 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 3 - 2 7 5 8 9 5  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 3 - 2 7 5 8 9 5 ]

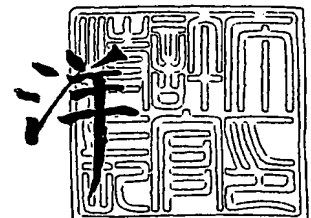
出   願   人            松 下 電 器 産 業 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年   8 月 1 9 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 2036450054  
【提出日】 平成15年 7月17日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01L 29/786  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
    【氏名】 竹内 孝之  
【発明者】  
    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内  
    【氏名】 七井 識成  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000005821  
    【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100097445  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 岩橋 文雄  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100103355  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 坂口 智康  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100109667  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 内藤 浩樹  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 011305  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9809938

**【書類名】特許請求の範囲****【請求項 1】**

半導体層と、前記半導体層に接触して互いに分離して設けられたソース電極とドレイン電極と、前記半導体層の少なくとも一方の面にゲート絶縁層を介して設けられたゲート電極を備えた薄膜トランジスタであって、

前記半導体層は、有機半導体の内部に、少なくとも 1 種類の無機材料の粒子を複数含有して構成されており、

前記無機材料は、前記薄膜トランジスタの on 動作時において、前記有機半導体よりも電気抵抗が低いことを特徴とする薄膜トランジスタ。

**【請求項 2】**

前記無機材料の粒子の大きさが、前記ソース電極と前記ドレイン電極の間隔より小さいことを特徴とする請求項 1 記載の薄膜トランジスタ。

**【請求項 3】**

前記無機材料の粒子は、無機材料のみのネットワークによって前記ソース電極と前記ドレイン電極の間が接続されることがないように粒子同士の接触確率が制限されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の薄膜トランジスタ。

**【請求項 4】**

前記無機材料の粒子が前記半導体層中に占める割合が 60 体積%以下であることを特徴とする請求項 3 記載の薄膜トランジスタ。

**【請求項 5】**

前記無機材料の粒子は少なくとも大、小 2 種類の代表的な粒径を有することを特徴とする請求項 3 または 4 記載の薄膜トランジスタ。

**【請求項 6】**

前記無機材料の粒子のうち、小の粒径は大の粒径の 15%未満であることを特徴とする請求項 5 記載の薄膜トランジスタ。

**【請求項 7】**

前記無機材料が半導体で構成されている請求項 1～6 記載の薄膜トランジスタ。

**【請求項 8】**

前記無機材料が導体で構成されている請求項 1～6 記載の薄膜トランジスタ。

**【請求項 9】**

前記無機材料が半導体および導体を含む 2 種類以上の粒子で構成されている請求項 1～6 記載の薄膜トランジスタ。

**【請求項 10】**

半導体層と、前記半導体層に接触して互いに分離して設けられたソース電極とドレイン電極と、前記半導体層の少なくとも一方の面にゲート絶縁層を介して設けられたゲート電極と、を含む薄膜トランジスタの製造方法であって、

前記半導体層を形成する工程が、少なくとも 1 種類の無機材料の粒子を有機半導体内部に分散させる第 1 の工程と、

前記第 1 の工程で得られる有機半導体材料を使用して前記半導体層を形成する第 2 の工程とを含み、

前記無機材料は、前記薄膜トランジスタの on 動作時において、前記有機半導体よりも電気抵抗が低いことを特徴とする薄膜トランジスタの製造方法。

**【請求項 11】**

さらに、前記無機材料の粒子の大きさを制御する工程を含むことを特徴とする請求項 10 記載の薄膜トランジスタの製造方法。

**【請求項 12】**

さらに、前記無機材料の粒子の分散状態を制御する工程を含むことを特徴とする請求項 10 または 11 記載の薄膜トランジスタの製造方法。

**【請求項 13】**

前記第 2 の工程が、前記有機半導体材料を溶液中に溶解、もしくは溶解しないまま分散さ

せる工程と、前記溶液を所望の位置に噴霧もしくは塗布もしくは印刷し、乾燥する工程を含むことを特徴とする請求項 10～12 のいずれかに記載の薄膜トランジスタの製造方法

。

【請求項 14】

請求項 1～9 のいずれかに記載の薄膜トランジスタを、画素のスイッチング素子として複数個配置したことを特徴とするアクティブマトリクス型のディスプレイ。

【請求項 15】

請求項 1～9 のいずれかに記載の薄膜トランジスタを、IC 部を構成するのに利用している無線 ID タグ。

**【書類名】明細書****【発明の名称】薄膜トランジスタおよびその製造方法****【技術分野】****【0001】**

本発明は薄膜トランジスタ(TFT)に関して、特に有機半導体中に無機材料の粒子を分散して半導体層を形成したTFTに関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

現在、TFTはアクティブマトリクス型の液晶ディスプレイ等の駆動回路として使用されている。構成としては種々の構成が提案されているが、基本的には半導体層に接触して設けられたソース電極とドレーン電極の間に流れる電流を、半導体層に対して絶縁層を介して設けられたゲート電極から印加される電界により制御するよう構成される。現在実用化されているTFTの半導体材料としては、結晶シリコンに特性面では劣るものの、安価であるアモルファスシリコンや低温ポリシリコンといった半導体が、酸化シリコンや窒化シリコンによるゲート絶縁膜として使用されている。これらの材料の製造プロセスは、プラズマCVD法などの大規模な装置や、精密加工のための薄膜制御装置を必要とするため、高コストであり、また一般に350℃を越えるような処理温度のプロセスを含むため、使用できる基板材料などに制限がある。

**【0003】**

近年、TFT用として利用可能な半導体材料として有機半導体が注目されている。有機半導体は、前述の無機系の半導体に比べて、スピン・コーティング、インクジェット印刷、浸漬コーティングなどの低コストプロセスで成膜できる可能性があり、低温プロセスでの成膜も期待できる。しかしながら、現在報告されている有機半導体は移動度が低く、アモルファスシリコンなみの移動度を実現しているのは、薄膜内で高度に配向制御されたような小分子または短鎖オリゴマーのみであり、上述の低コストプロセスを実現し得るものではない。

**【0004】**

そこで、低コストプロセスと移動度の向上を同時に実現するため、特許文献1のように無機半導体と有機材料を組み合わせた有機/無機混成材料なるものが提案されている。

**【0005】**

前記特許文献1において、有機成分要素と無機成分要素は分子レベルで混合されており、互いに自己アセンブリすることを利用して、半導体である無機成分要素が高度に配向した結晶薄膜を形成し、その高いキャリア移動度を実現する。この方法を用いれば、スピン・コーティングでの成膜が可能であり、無機の結晶固体の高いキャリア移動度と低コストプロセスを両立させることができる。

【特許文献1】特開2000-260999号公報(第7頁、第1図)

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

現在、フラットパネルディスプレイの技術トレンドは、大画面化とともに、シートライク、あるいはペーパーライクというものがああり、いずれにしてもそれらの実現には基板の軽量化、機械的柔軟性、耐衝撃性が要求されている。これらに使用されるTFTも同様の性能が要求される。また、非常に安価に作製できるTFTは、RFIDタグのような応用も期待されるが、その際は様々な形状、素材への構成が必要とされ、やはり軽量化、機械的柔軟性、耐衝撃性というものが必要となる。

**【0007】**

特許文献1に開示されている従来例は、高移動度と低コストプロセスという2つの問題は解決しているが、ソースドレーン間のチャネルを形成する半導体のネットワークは結晶性の無機半導体薄膜のみで形成されているため、機械的柔軟性、耐衝撃性という意味からは、信頼性に課題があった。すなわち、フレキシブルな基板としてプラスチック基板

上に形成したような場合、有機半導体で構成したTFTと比べると、その曲げに対する強度は極めて低かった。

【0008】

本発明は、前記従来課題を解決するためになされたものであり、低コストプロセスで構成可能な、機械的柔軟性、耐衝撃性が優れた高移動度の半導体を使用したTFTを提供することを目的とする。

【0009】

また、本発明は、そのようなTFTの製造方法を提供することを目的とする。

【0010】

さらに、本発明は、そのようなTFTを複数個配置したアクティブマトリクス型のディスプレイを提供することを目的とする。

【0011】

さらに、本発明は、そのようなTFTをIC部の構成に利用した無線IDタグを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記の目的を達成するために、本発明は、半導体層と、前記半導体層に接触して互いに分離して設けられたソース電極とドレイン電極と、前記半導体層の少なくとも一方の面にゲート絶縁層を介して設けられたゲート電極と、を含むTFTであって、前記半導体層は、有機半導体の内部に、少なくとも1種類の無機材料の粒子を複数含有して構成されており、前記無機材料は、前記TFTのon動作時において、前記有機半導体単独よりも電気抵抗が低いことに特徴を有している。

【0013】

上記のような構成によれば、有機半導体の内部に、電気抵抗が低い領域、すなわちキャリア移動度の高い領域を多数設けることができるので、有機半導体単体で半導体層を構成するよりは、半導体層全体として高いキャリア移動度を実現することができる。

【0014】

なお、前記無機材料の粒子の大きさは、前記ソース電極と前記ドレイン電極の間隔より小さいことが好ましい。

【0015】

上記の好ましい構成によれば、前記無機材料が導体の場合であっても、ソースドレイン間が1つの無機材料の粒子で短絡されることがない。また、前記無機材料が半導体の場合は、ソースドレイン間が1つの無機材料で短絡されてもトランジスタを動作させることはできるが、従来の無機材料半導体単体で構成したTFTのように機械的柔軟性、耐衝撃性が、有機半導体TFTと比べると劣ることになる。したがって、上記の好ましい構成によれば、前記無機材料が半導体の場合であっても、フレキシブル性を有する有機半導体の中に無機半導体材料が存在する構成となるので、機械的柔軟性、耐衝撃性のあるTFTを実現できる。

【0016】

なお、前記無機材料の粒子は、無機材料のみのネットワークによって前記ソース電極と前記ドレイン電極の間が接続されることがないように粒子同士の接触確率が制限されていることが好ましい。

【0017】

上記の好ましい構成によれば、前記無機材料が導体の場合であっても、ソースドレイン間が無機材料の粒子同士が互いに接触してできたネットワークで短絡されることがない。また、前記無機材料が半導体の場合は、ソースドレイン間が無機材料の粒子同士の接触でできたネットワークで短絡されてもトランジスタを動作させることはできるが、前記ネットワークは機械的柔軟性、耐衝撃性が劣るため、安定した特性を得ることができない。したがって、上記の好ましい構成によれば、前記無機材料が半導体の場合であっても、フレキシブル性を有する有機半導体の中に無機半導体材料が存在する構成となるので、機

械的柔軟性、耐衝撃性のある T F T を実現できる。

【0018】

なお、前記無機材料の粒子が前記半導体層中に占める割合は、60体積%以下であることがより好ましい。

【0019】

上記のより好ましい構成によれば、有機半導体中に分散させる無機材料粒子の接触確立を有効に制限することができる。

【0020】

なお、前記無機材料の粒子は少なくとも大、小2種類の代表的な粒径を有することが好ましい。

【0021】

上記の好ましい構成によれば、有機半導体中の無機材料粒子の充填率を容易にあげることができ、半導体層全体としてより高いキャリア移動度を実現することができる。

【0022】

なお、前記大小無機材料の粒子のうち、小の粒径は大の粒径の15%未満であることがより好ましい。

【0023】

上記のより好ましい構成によれば、有機半導体中の無機材料粒子の充填率をより簡単にあげることができる。

【0024】

以上、述べたような構成において、前記無機材料が半導体で構成される場合は、無機材料粒子の充填率を充分上げた場合であっても、ソースドレイン間が導通状態になる危険性がなく、キャリア移動度の高い半導体を安定して実現することができる。

【0025】

また、以上述べたような構成において、前記無機材料が導体で構成される場合は、半導体特性は有機材料のみによって発現することになるが、内部に導体が分散していることにより、ソースドレイン間の実効的なチャネル長が短くなるため、半導体層全体としてはキャリア移動度を改善することができる。また、実効的なチャネル長が短くなることで、遮断周波数を向上することができる。

【0026】

さらに、以上述べたような構成において、前記無機材料が半導体および導体を含む2種類以上の粒子で構成される場合は、前記無機材料が半導体のみで構成される場合と前記無機材料が導体のみで構成される場合の双方の効果を得ることができる。

【0027】

上記の目的を達成するために、別の本発明は、半導体層と、前記半導体層に接触して互いに分離して設けられたソース電極とドレイン電極と、前記半導体層の少なくとも一方の面にゲート絶縁層を介して設けられたゲート電極と、を含む T F T の製造方法であって、前記半導体層を形成する工程が、少なくとも1種類の無機材料の粒子を有機半導体内部に分散させる第1の工程と、前記第1の工程で得られる有機半導体材料を使用して前記半導体層を形成する第2の工程とを含み、前記無機材料は、前記 T F T の on 動作時において、前記有機半導体よりも電気抵抗が低いことを特徴とする T F T の製造方法である。

【0028】

上記のような製造方法によれば、有機半導体の内部に、電気抵抗が低い領域、すなわちキャリア移動度の高い領域を多数設けることができるので、有機半導体単体で半導体層を構成するよりは、半導体層全体として高いキャリア移動度を持つ T F T を製造することができる。

【0029】

なお、上記製造方法には、前記無機材料の粒子の大きさを制御する工程を含むことが好ましい。

【0030】

上記の好ましい製造方法によれば、有機半導体中に分散させる無機材料粒子の粒度分布を制御できるので、特性ばらつきの小さい T F T を製造することができる。

【0031】

なお、上記製造方法には、前記無機材料の粒子の分散状態を制御する工程を含むことが好ましい。

【0032】

上記の好ましい製造方法によれば、有機半導体中に分散させる無機材料粒子の分散状態を制御できるので、特性ばらつきの小さい T F T を製造することができる。

【0033】

なお、上記製造方法において第2の工程は、前記有機半導体材料を溶液中に溶解、もしくは溶解しないまま分散させる工程と、前記溶液を所望の位置に噴霧もしくは塗布もしくは印刷し、乾燥する工程を含むことが好ましい。

【0034】

上記の好ましい製造方法によれば、低コストプロセスを用いて T F T を製造することができる。

【0035】

上記の目的を達成するために、別の本発明は、前記本発明の T F T を画素のスイッチング素子として複数個配置したアクティブマトリクス型のディスプレイを構成するものである。

【0036】

上記の構成によれば、低コストプロセスで作製可能なシートライクあるいはペーパーライクなディスプレイを実現することができる。

【0037】

上記の目的を達成するために、別の本発明は、前記本発明の T F T を利用した I C 部を持つ無線 I D タグを構成するものである。

【0038】

上記の構成によれば、様々な形状、素材への貼り付け、または形成可能な無線 I D タグを実現することができる。

【発明の効果】

【0039】

以上述べたことから明かなように、本発明によれば、低コストプロセスで構成可能な、機械的柔軟性、耐衝撃性が優れた高移動度の半導体を使用した T F T を得ることができる。また、安価で、機械的柔軟性、耐衝撃性の優れたシートライクなアクティブマトリクス型のディスプレイが得られる。また、安価で、機械的柔軟性、耐衝撃性の優れた無線 I D タグが得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0040】

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて説明する。

【0041】

(実施の形態1)

本実施の形態1では、半導体層が、無機半導体の粒子を複数内部に含有する有機半導体で構成された T F T の代表的な構成方法、および製造方法について説明する。

【0042】

本発明にかかる T F T の構成の仕方としては、図1の(a)～(d)に示すように様々な構成が考えられる。一般に、(a)と(b)はボトムゲート方式、(c)と(d)はトップゲート方式と呼ばれている。いずれも、半導体層14と、前記半導体層14に接触して互いに分離して設けられたソース電極15とドレーン電極16と、前記半導体層14の少なくとも一方の面にゲート絶縁層13を介して設けられたゲート電極12とが基板11の上に構成されている。なお、本発明の効果は、半導体層の材料構成によって得られるものである。T F T 自体の構成は図1に開示の構成に限定されるものではない。したが



って、以降の本発明の実施の形態では、代表例として、図1(c)の構成を用いた場合についてのみ説明する。

#### 【0043】

図1(c)において、本実施の形態1で用いたTFTを構成する各構成要素の材料構成について説明する。基板11には、ポリエチレン系のプラスチック基板を用いた。半導体層14には、有機半導体材料としてオリゴチオフェンを用い、分散させる無機半導体としてP型シリコン結晶粒子を用いた。ソース電極15、ドレイン電極16、ゲート電極12には、PEDOT(ポリ3,4-エチレンジオキシチオフェン)を主成分とする材料を用いた。ゲート絶縁層13には、ポリビニルフェノールを用いた。

#### 【0044】

TFTの製造方法について説明する。まず、有機半導体中に分散させるP型シリコン結晶を所望の粒子径ごとに一定の粒度分布に収まるように選別する。その後、半導体層形成時に所望の充填量となるように、オリゴチオフェンが溶解された溶媒に前記P型シリコン結晶粒子を添加する。ここで、P型シリコン結晶粒子が凝集したり、密度分布ができたりしないように充分混合することにより、半導体層を形成した時の分散状態を良好にすることができる。このようにして準備した半導体層形成用の溶媒を、プラスチック基板11上にスピン・コーティングにて塗布し、乾燥させることで半導体層を形成する。次に、ソース電極15とドレイン電極16を所望の形状が得られるように、パターンニングしたスクリーン版で印刷した後、乾燥させる。さらに同様に、ゲート絶縁層13、ゲート電極12もそれぞれパターンニングして印刷、乾燥させる。

#### 【0045】

1つのTFTの断面構造は図1(c)のように表されるが、本実施の形態1で実際に特性を評価する試料としては、図2に示したように、一つのプラスチック基板21上に8×8のマトリクス状にTFT22を構成したものをを用いた(TFT部分は四角で代表して明示;プラスチック基板全体は70×70mm)。本試料には、TFT各部において基板上面から各電極にコンタクトできるように、プロービングパッド部を設けた。個々のTFTにおいて、ソースドレイン間の距離(チャンネル長)は1.00μmとした。

#### 【0046】

(表1)に本実施の形態1で用いたP型シリコン結晶粒子の平均粒径とオリゴチオフェン中の体積%を示す。

#### 【0047】

【表1】

P型シリコン結晶1 平均粒径20μm (体積%)	P型シリコン結晶2 平均粒径1.5μm (体積%)	総充填率 (体積%)
0	0	0
10	0	10
20	0	20
40	0	40
40	15	55
40	20	60
40	25	65

#### 【0048】

(表1)に示したように、総充填率が40体積%までは平均粒径20μmの粒子1種類で作製し、それ以上のものについては、平均粒径1.5μmの粒子を加えていくことで作製した。これは、単一粒子径で一定以上充填率を上げるには、成膜後プレスをするなどプロセス上の工夫が必要となり、余分な工程が増えるためである。

#### 【0049】

図3に、第1の粒子(平均粒径20μm)40体積%に対して、第2の粒子の平均粒径を変えて加えた場合の限界総充填率を確認した実験結果を示す。図3より、第2の粒子の

平均粒径を  $3\mu\text{m}$  (第1の粒子の粒径の15%) より小さくした場合には、単一粒子径の限界総充填率 (図中、黒丸で表示) を上回る充填率が得られることがわかる。図3より第2の粒子の粒子径が、第1の粒子の粒子径の15%を上回る場合は、限界総充填率がかえって下がってしまう結果となっているが、プレスなどの成膜後の処理を行わない場合は、第1の粒子より小さい粒径の第2の粒子を混ぜることにより、容易に充填率を上げることができる。

#### 【0050】

図4に(表1)で示した半導体材料を用いて作製したTF Tのキャリア移動度の平均値を示す。図4より、P型シリコン結晶粒子の充填率が上がるにつれてキャリア移動度が向上しているのがわかる。

#### 【0051】

次に、作製したTF T試料の曲げに対する信頼性の評価を行った結果を示す。まず、試験方法について説明する。図2に示した $8\times 8$ のマトリクス状にTF Tが構成されたプラスチック基板( $70\times 70\text{mm}$ )を、図5に示すように中心部分を上下に変位5mmずつさせるのを1サイクルとして10サイクルを行った。その後、TF T全64素子のうち1つでも動作しないものがあった場合は不良とした。各充填量ごとに10試料を用意し不良率を算出した。図6にその結果を示す。

#### 【0052】

図6より、P型シリコン結晶粒子の充填率が低いと不良率はほとんどないが、60体積%で40%の不良率が発生し、65体積%では全試料が曲げ試験により不良となっていることがわかる。これは、無機材料の充填率が上がるにつれて半導体層の弾性が失われるためである。

#### 【0053】

なお、本実施の形態1では、有機半導体としてオリゴチオフェンを、分散させる無機半導体粒子としてP型シリコン結晶粒子を用いたが、本発明の効果はこれらの材料に限定されるものではない。また、分散させる粒子の寸法についても(表1)に示した寸法に限定されるものではない。すなわち、弾性に優れる有機半導体中に電気抵抗の低い無機半導体粒子を分散させるという本発明の思想に沿った材料の組み合わせであれば、本発明の効果は同様に得られる。

#### 【0054】

また、有機半導体、および無機半導体の各材料要素はそれぞれが単一材料である必要はなく、2種類以上の材料が混合されたもの(無機半導体の方は、別々に有機半導体中に分散されてもよいし、混合粒子として分散されてもよい)であっても、本発明の効果が得られることは容易に類推できる。

#### 【0055】

(実施の形態2)

本実施の形態2では、半導体層が、無機導体の粒子を複数内部に含有する有機半導体で構成されたTF Tの代表的な構成方法、および製造方法について説明する。

#### 【0056】

TF T自体の構成は実施の形態1と同様に、図1(c)の構成を用いた。図1(c)において、本実施の形態2で用いたTF Tを構成する各構成要素の材料構成について説明する。基板11にはポリエチレン系のプラスチック基板を用いた。半導体層14には、有機半導体材料として置換系オリゴチオフェンを用い、分散させる無機導体としてCu粒子を用いた。ソース電極15、ドレーン電極16、ゲート電極12には、PEDOTを主成分とする材料を用いた。ゲート絶縁層13には、ポリビニルフェノールを用いた。

#### 【0057】

TF Tの製造方法については基本的に実施の形態1と同様の方法である。まず、有機半導体中に分散させるCu粒子を所望の粒子径ごとに一定の粒度分布に収まるように選別する。その後、半導体層形成時に所望の充填量となるように、置換系オリゴチオフェンが溶解された溶媒に前記Cu粒子を添加する。ここで、Cu粒子が凝集したり、密度分布がで

きたりしないように、充分混合することにより、半導体層を形成した時の分散状態を良好にすることができる。このようにして準備した半導体層形成用の溶媒を、プラスチック基板11上にスピン・コーティングにて塗布し、乾燥させることで半導体層を形成する。次に、ソース電極15とドレーン電極16を所望の形状が得られるように、パターンニングしたスクリーン印刷で印刷した後、乾燥させる。さらに同様に、ゲート絶縁層13、ゲート電極12もそれぞれパターンニングして印刷、乾燥させる。

#### 【0058】

特性評価用の試料としては、実施の形態1と同様に、一つのプラスチック基板(70×70mm)上に8×8のマトリクス状にTF Tを構成したものをを用いた。Cu粒子は実施の形態1のP型シリコン結晶粒子の場合と同様に、(表2)に示すように充填率の高いものについては、2つの粒径のものを混合して用いた。

#### 【0059】

【表2】

Cu粒子1 平均粒径10 $\mu$ m (体積%)	Cu粒子2 平均粒径1 $\mu$ m (体積%)	総充填率 (体積%)
0	0	0
10	0	10
30	0	30
40	5	45
40	20	60

#### 【0060】

図7に(表2)で示した半導体材料を用いて作製したTF Tのキャリア移動度の平均値を示す。Cu粒子の充填率が60体積%のものでは、1つの試料中でソースドレーン間が短絡して特性が測定できないものが半数以上あったので、測定できたTF Tのみの平均値を示した。また、(表2)には示していないが、Cu粒子の充填率を60体積%より上げた場合は、全てのTF Tにおいて前記ソースドレーン間の短絡が起こり測定不能であった。図7より、Cu粒子の充填率が上がるにつれて、半導体層全体としてみた場合のキャリア移動度が向上しているのがわかる。

#### 【0061】

図8には、(表2)で示した半導体材料を用いて作製したTF Tの遮断周波数の平均値を示す。図8より、Cu粒子の充填率が上がるにつれて遮断周波数が向上しているのがわかる。

#### 【0062】

なお、本実施の形態2では、有機半導体として置換系オリゴチオフェンを、分散させる無機導体粒子としてCu粒子を用いたが、本発明の効果はこれらの材料に限定されるものではない。また、分散させる粒子の寸法についても(表2)に示した寸法に限定されるものではない。すなわち、弾性に優れる有機半導体中に電気抵抗の低い無機導体粒子を分散させるという本発明の思想に沿った材料の組み合わせであれば、本発明の効果は同様に得られる。

#### 【0063】

また、有機半導体、および無機導体の各材料要素はそれぞれが単一材料である必要はなく、2種類以上の材料が混合されたもの(無機導体の方は、別々に有機半導体中に分散されてもよいし、混合粒子として分散されてもよい)であっても、本発明の効果が得られることは容易に類推できる。

#### 【0064】

##### (実施の形態3)

本実施の形態3では、半導体層が、無機半導体の粒子と無機導体の粒子を複数内部に含有する有機半導体で構成されたTF Tについて説明する。TF T自体の構成、試料全体の構成、製造方法は、実施の形態1、2と同様であるので省略する。TF Tの各構成要素の

材料は、半導体層を除いて実施の形態1と同様とした。半導体層のベースとなる有機半導体も実施の形態1と同じオリゴチオフェンとした。

【0065】

(表3)に本実施の形態3の半導体層における無機半導体と無機導体の各粒子径と充填率、さらにはそれらを用いて作製したTFETのキャリア移動度と遮断周波数の平均値を、実施の形態1で作製したTFETのものと比較して示す。

【0066】

【表3】

	P型シリコン結晶1 平均粒径20 $\mu$ m (体積%)	Cu粒子2 平均粒径1 $\mu$ m (体積%)	総充填率 (体積%)	キャリア 移動度 (cm <sup>2</sup> /Vs)	遮断周波数 (kHz)
実施の形態1	40	0	40	1.4	2.2
実施の形態3-1	40	5	45	1.9	4.7
実施の形態3-2	40	10	50	2.5	8.5

【0067】

(表3)より、P型シリコン結晶粒子のみを有機半導体中に分散させた実施の形態1のものに比べて、Cu粒子も一緒に分散させた本実施の形態3のものの方が、キャリア移動度、遮断周波数ともに向上していることがわかる。

【0068】

なお、本実施の形態3では、有機半導体としてオリゴチオフェンを、分散させる無機半導体粒子としてP型シリコン結晶粒子を、無機導体粒子としてCu粒子を用いたが、本発明の効果はこれらの材料に限定されるものではない。また、分散させる粒子の寸法についても、(表3)に示した寸法に限定されるものではない。すなわち、弾性に優れる有機半導体中に、電気抵抗の低い無機半導体粒子と無機導体粒子を分散させるという本発明の思想に沿った材料の組み合わせであれば、本発明の効果は同様に得られる。

【0069】

また、有機半導体、無機導体、および無機半導体の各材料要素はそれぞれが単一材料である必要はなく、2種類以上の材料が混合されたもの(無機導体、無機半導体の方は、別々に有機半導体中に分散されてもよいし、混合粒子として分散されてもよい)であっても、本発明の効果が得られることは容易に類推できる。

【0070】

なお、本実施の形態1~3において有機半導体中に分散される無機材料粒子の形状は、いずれも球状のものを用いたが、本発明の効果はこれに限定されるものではなく、針状粒子や鱗片状粒子などの非球状粒子を用いても同様の効果が得られるし、これらを混ぜ合わせたものを用いることもできる。

【0071】

なお、本実施の形態1~3では、ソース、ドレイン、ゲートの各電極材料も有機材料であるPEDOTを主成分とする材料を用いたが、その他の導電性高分子材料を用いることもできるし、ITO、Au、Cuなどの無機材料を用いることもできる。ただし、機械的柔軟性、耐衝撃性のあるTFETを構成するためには弾性のある材料を選択するか、曲げの影響を受けにくい電極構成をとることが好ましい。

【0072】

また、本実施の形態1~3の製造方法では、半導体層を形成するのにスピン・コーティングを用いた例を用いて説明したが、本発明の構成を実現するための手段はこれに限定されるものではない。例えば、インクジェット印刷、浸漬コーティング、スクリーン印刷などのプロセスを用いても同様の効果が得られる。

【0073】

(実施の形態4)

本実施の形態4では、実施の形態1~3で説明したようなTFETを用いたアプリケーシ

ヨンの例として、シートライクなフレキシブルディスプレイと無線IDタグについて説明する。

#### 【0074】

まず、シートライクなフレキシブルディスプレイとして有機ELを表示部に用いたアクティブマトリクス型ディスプレイの構成例を説明する。図9にこのディスプレイの構成を示す。プラスチック基板91上に画素電極に接続されたTFT駆動回路100がアレイ状に配置されており、その上に有機EL層92と保護フィルム94が構成される。有機EL層92の上面には透明電極93が設けられている。ここで、有機EL層92は、電子輸送層、発光層、正孔輸送層などの各層が積層されて構成される。各TFT部から延長されたソース電極線95とゲート電極線96は、制御回路へ接続される。TFT駆動回路100を拡大したものを図10に示す。TFT自体の積層構成は基本的に実施の形態1～3のものと同一である。ドレーン電極106は有機ELの画素電極107に接続されている。また、ゲート電極102が接続されたゲート電極線96と、ソース電極105が接続されたソース電極線95の交差する部分には絶縁層108が設けられている。

#### 【0075】

このように、実施の形態1～3で説明したTFTを用いてアクティブマトリクス型のディスプレイを構成することにより、TFT部分を低コストプロセスで作製できるため、ディスプレイ全体としても安価で、機械的柔軟性、耐衝撃性の優れたシートライクなものを実現することができる。

#### 【0076】

なお、本実施の形態4では表示部に有機ELを用いた場合について説明したが、本発明の効果はこれに限定されるものではなく、TFT回路を必要とするアクティブマトリクス型のディスプレイであればその効果は同様に発揮される。

#### 【0077】

また、駆動回路部の構成は、本実施の形態4の構成に限定されるものではなく、1つの画素を駆動するのに、電流駆動用のTFTとそれを制御するためのスイッチング用TFTを組み合わせた構成としてもよいし、さらに複数個のTFTを組み合わせた回路構成とすることもできる。

#### 【0078】

次に、無線IDタグに応用した場合について図11を用いて説明する。無線IDタグ110は、フィルム状のプラスチック基板111を基材にしている。裏面に粘着効果を持たせることで、菓子袋や、ドリンク缶のようなフラットでないものにも貼り付けて使用することができる。プラスチック基板111上にはアンテナ部112とメモリーIC部113が設けられる。メモリーIC部113は、実施の形態1～3に説明したようなTFTを利用して構成することができる。必要に応じて表面には保護膜が設けられる。

#### 【0079】

このように、無線IDタグを構成することで、様々な形状、素材への貼り付け可能な無線IDタグを実現することができる。

#### 【0080】

なお、本発明の効果は図11に示した無線IDタグの構成に限定されるものではなく、アンテナ部、メモリーIC部の配置や構成方法は任意に設定できる。また、論理回路部を組み込むことも可能である。

#### 【0081】

さらに、本実施の形態4では、プラスチック基板111上にあらかじめアンテナ部112とメモリーIC部113を形成しておく場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、インクジェット印刷のような方法を用いて、直接対象物に無線IDタグを形成することも可能である。その際も、本発明のTFTの構成を用いることにより、機械的柔軟性、耐衝撃性に優れたものを低コストで作製することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0082】

- 【図 1】本発明における T F T の断面構成図  
【図 2】本発明の実施の形態 1 における試料構成図  
【図 3】本発明の実施の形態 1 における第 2 粒子の平均粒径と限界総充填率の関係図  
【図 4】本発明の実施の形態 1 における無機粒子充填量とキャリア移動度の関係図  
【図 5】本発明の実施の形態 1 における信頼性試験方法を示す図  
【図 6】本発明の実施の形態 1 における信頼性試験結果を示す図  
【図 7】本発明の実施の形態 2 における無機粒子充填量とキャリア移動度の関係図  
【図 8】本発明の実施の形態 2 における無機粒子充填量と遮断周波数の関係図  
【図 9】本発明の実施の形態 4 におけるアクティブマトリクス型ディスプレイの構成

図

【図 10】本発明の実施の形態 4 における T F T 駆動回路の構成図

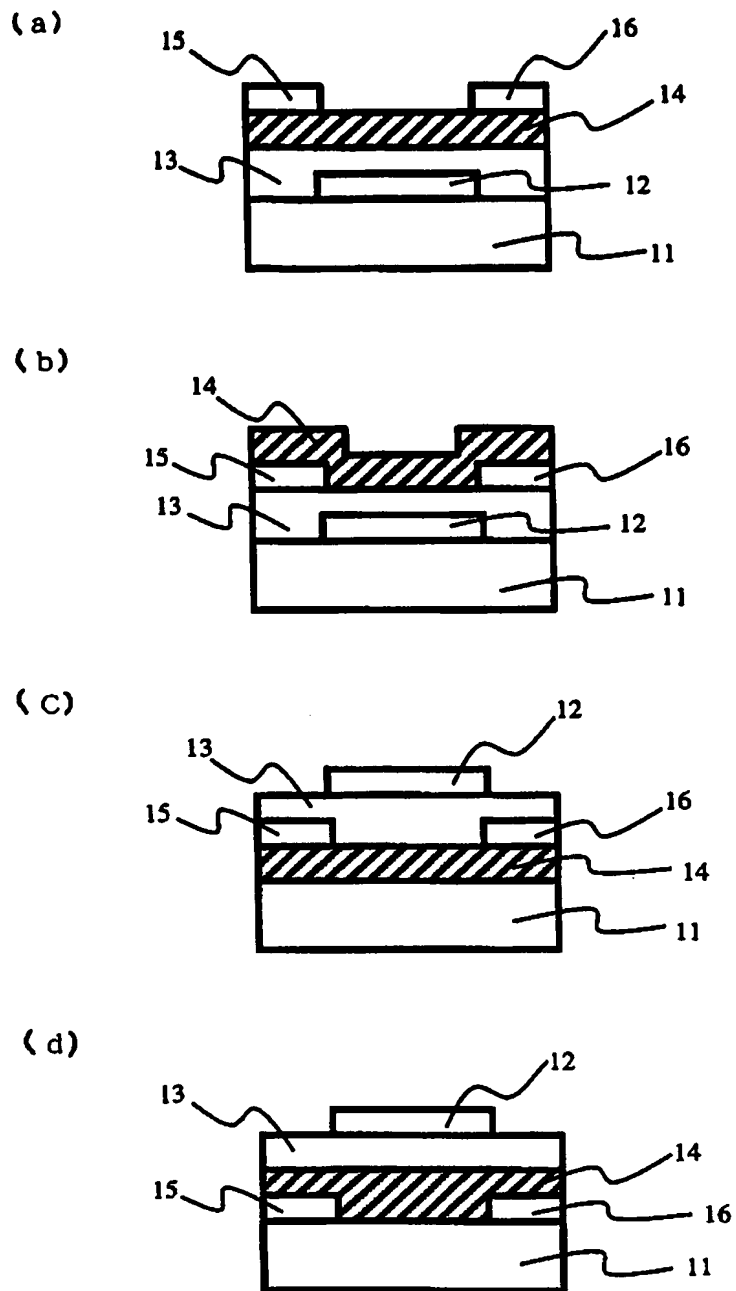
【図 11】本発明の実施の形態 4 における無線 I D タグの構成図

【符号の説明】

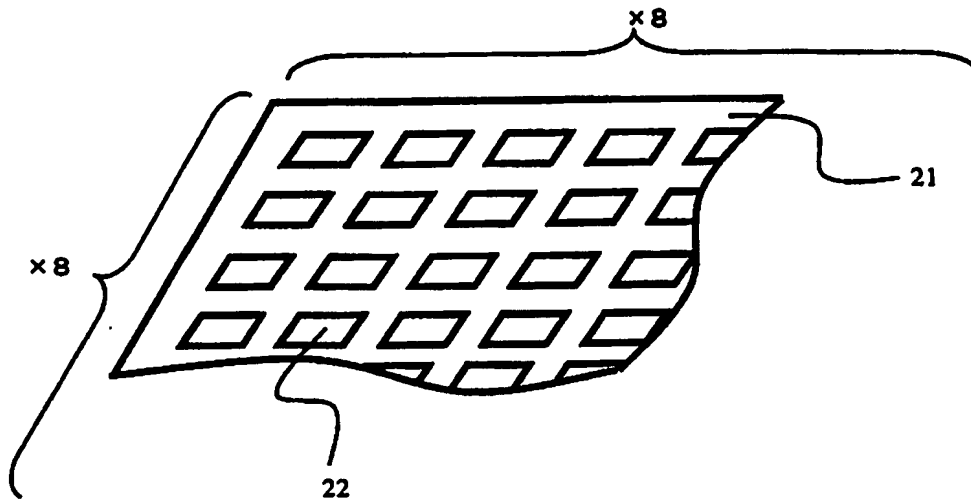
【0083】

- 1 1 基板  
1 2 ゲート電極  
1 3 ゲート絶縁層  
1 4 半導体層  
1 5 ソース電極  
1 6 ドレイン電極  
2 1 基板  
2 2 T F T  
9 1 プラスティック基板  
9 2 有機 E L 層  
9 3 透明電極  
9 4 保護フィルム  
9 5 ソース電極線  
9 6 ゲート電極線  
1 0 0 T F T 駆動回路  
1 0 2 ゲート電極  
1 0 3 ゲート絶縁層  
1 0 4 半導体層  
1 0 5 ソース電極  
1 0 6 ドレイン電極  
1 0 7 画素電極  
1 0 8 絶縁層  
1 1 0 無線 I D タグ  
1 1 1 プラスティック基板  
1 1 2 アンテナ部  
1 1 3 メモリー I C 部

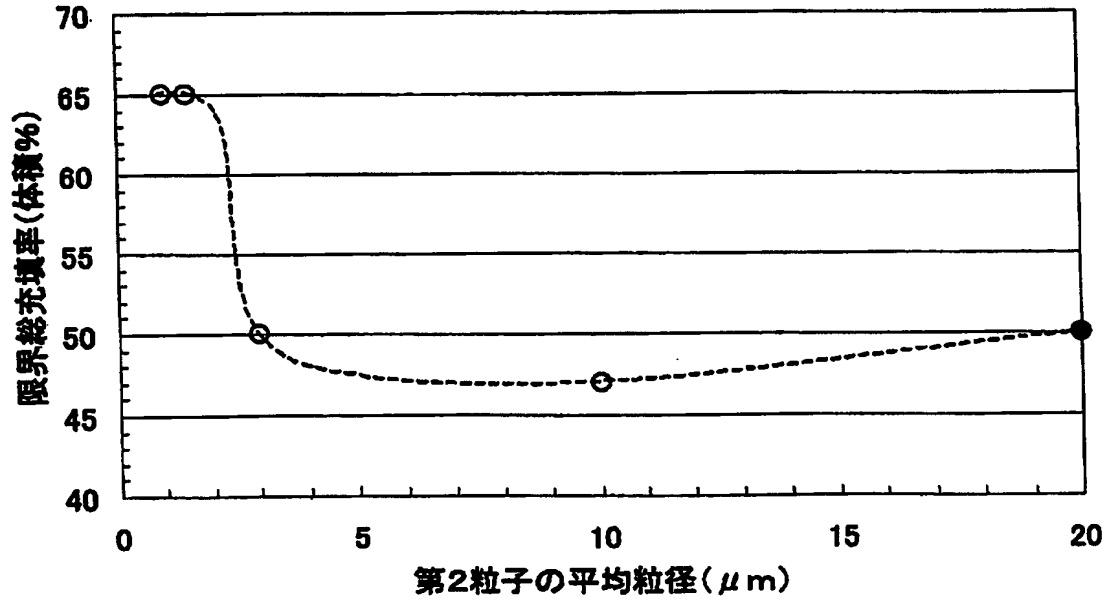
【書類名】図面  
【図 1】



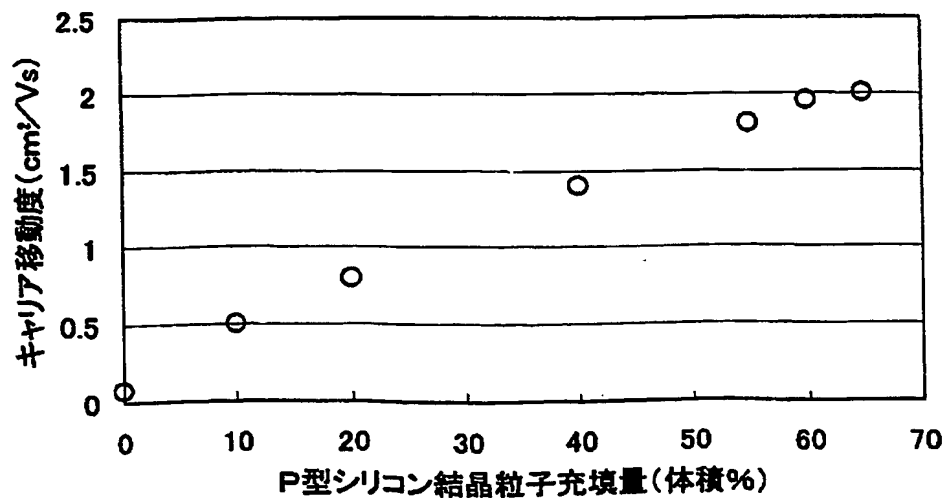
【図 2】



【図 3】

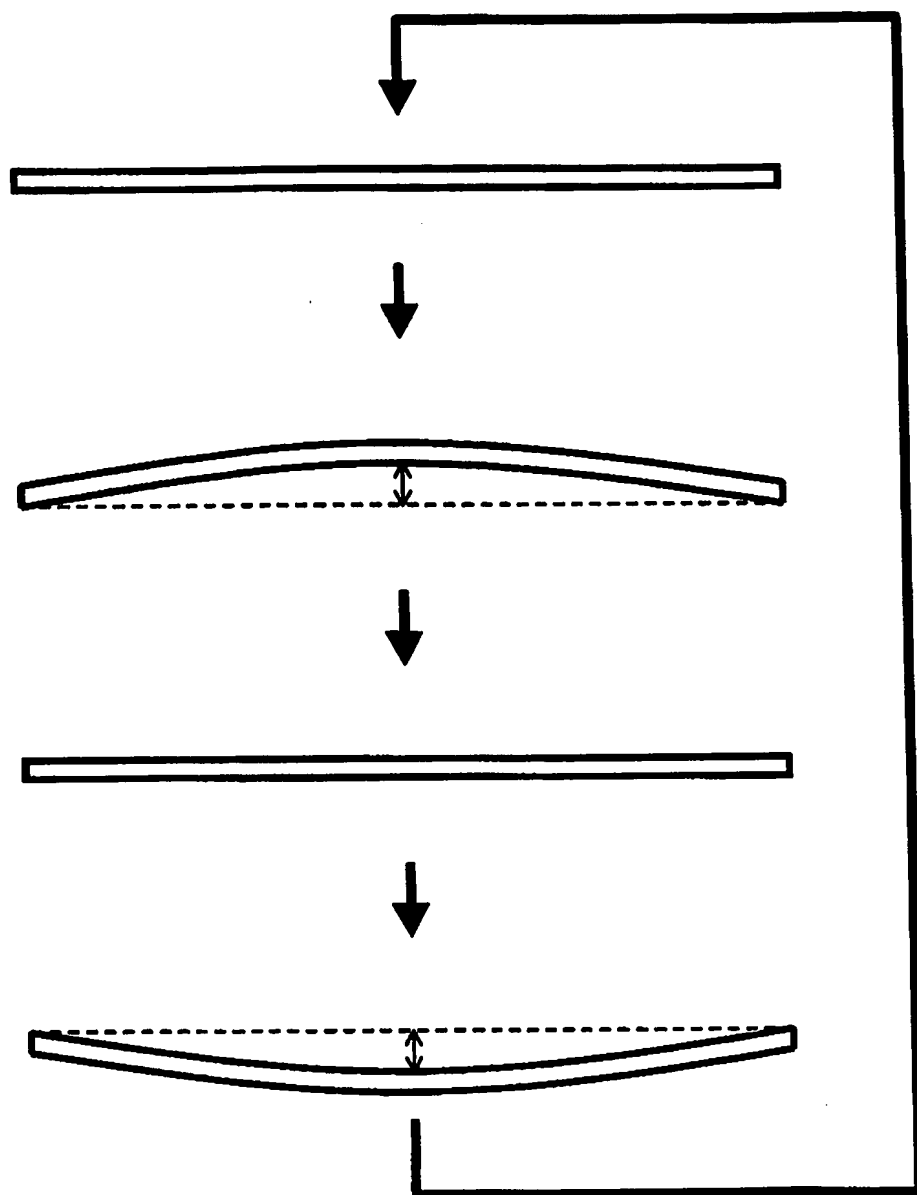


【図 4】

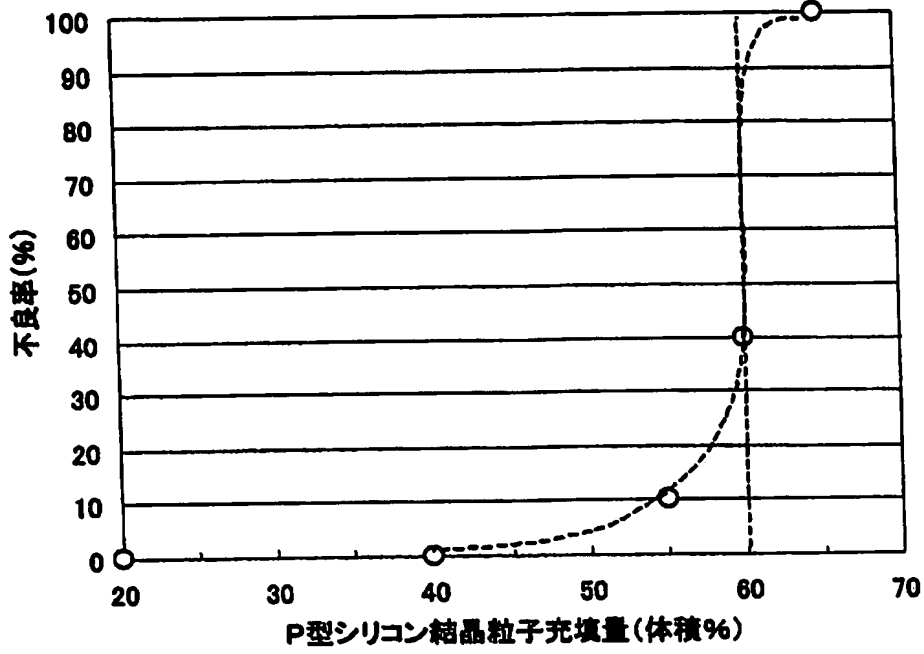




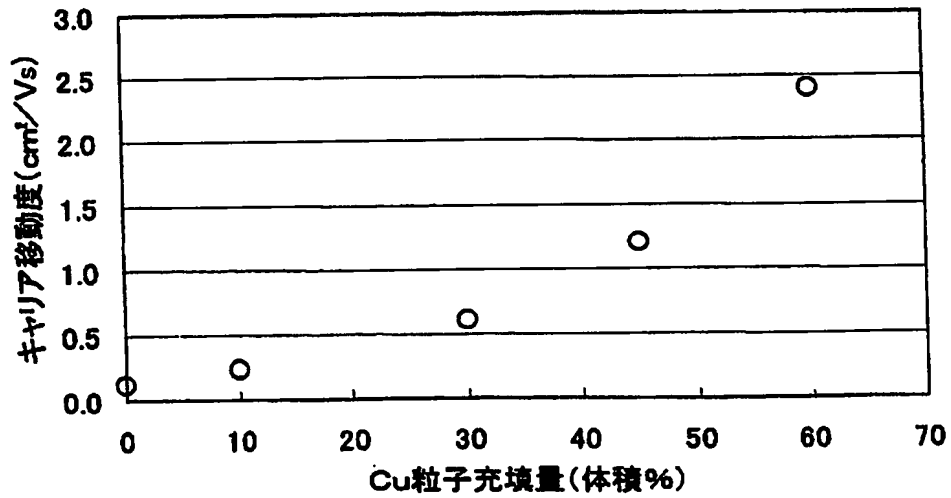
【図 5】



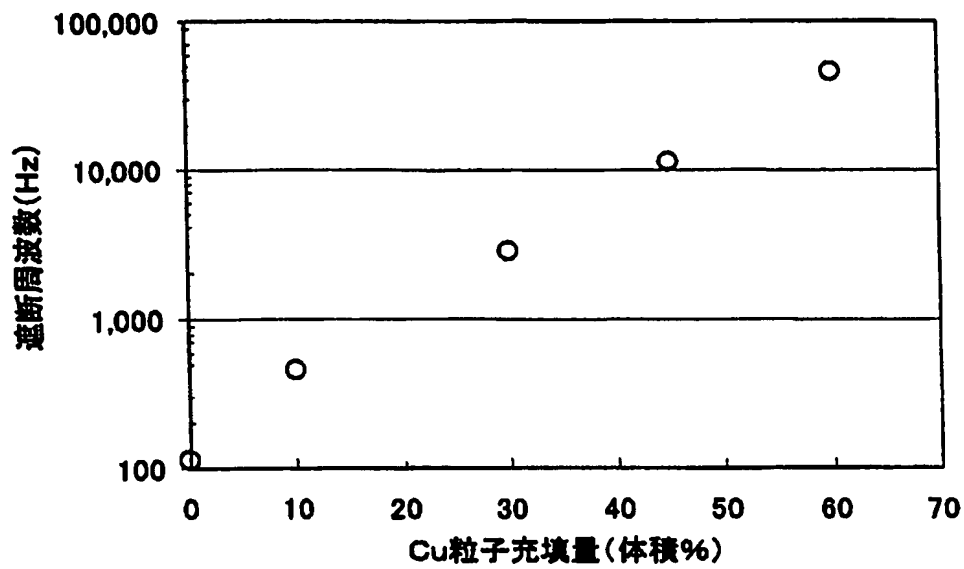
【図 6】



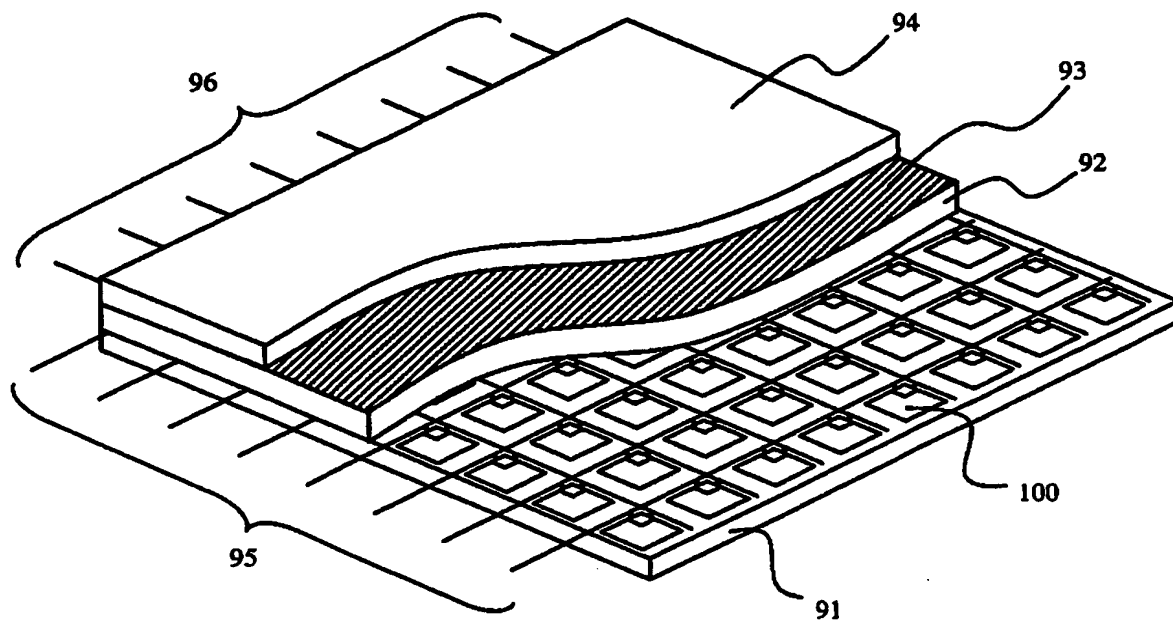
【図 7】



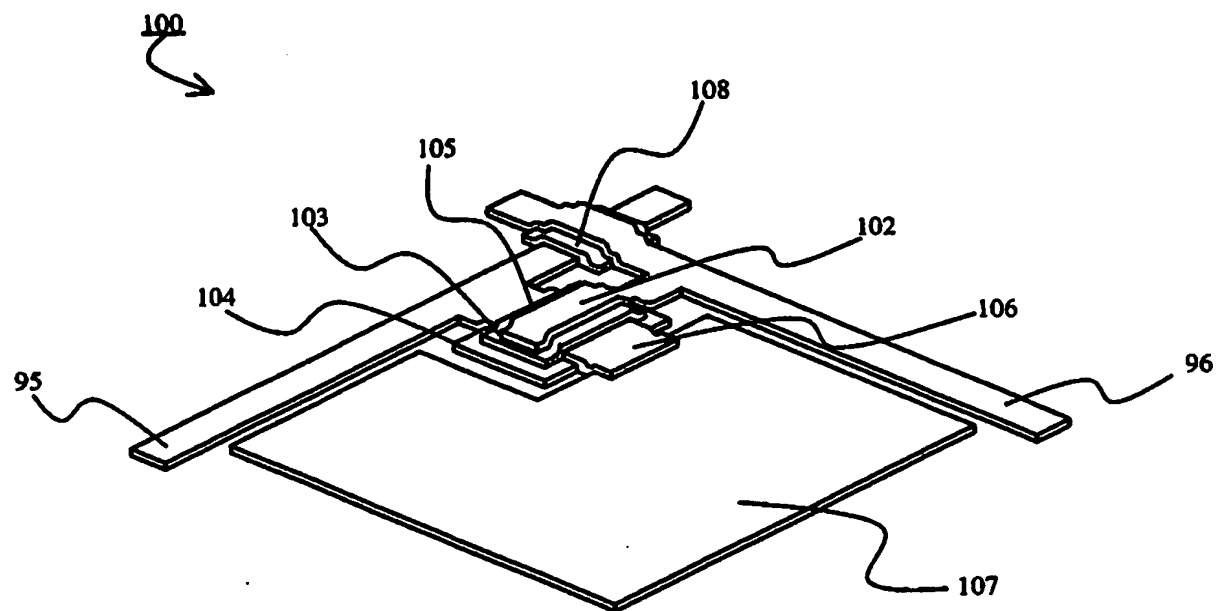
【図 8】



【図 9】

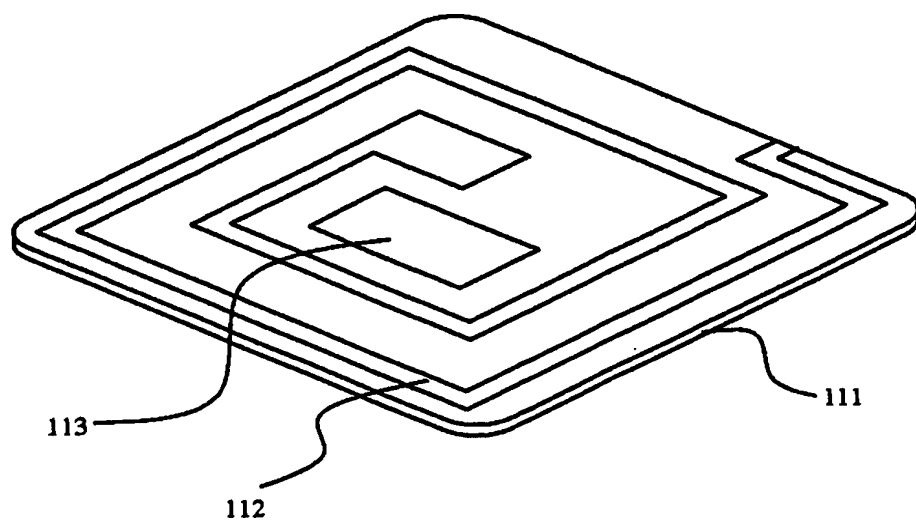


【図 10】



【図 11】

110  
↓



**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 低コストプロセスで構成可能な、機械的柔軟性、耐衝撃性が優れた高移動度の半導体を使用した TFT の提供を目的とする。

**【解決手段】** 半導体層と、前記半導体層に接触して互いに分離して設けられたソース電極とドレイン電極と、前記半導体層の少なくとも一方の面にゲート絶縁層を介して設けられたゲート電極と、を含む薄膜トランジスタであって、前記半導体層は、有機半導体の内部に、少なくとも 1 種類の無機材料の粒子を複数含有して構成されており、前記無機材料は、前記薄膜トランジスタの on 動作時において、前記有機半導体よりも電気抵抗が低く構成される。

**【選択図】** 図 1

特願 2 0 0 3 - 2 7 5 8 9 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 8 2 1 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

氏 名

松下電器産業株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**